

紀伊半島西岸海域におけるカタクチイワシシラスの 漁獲量と産卵量との関係

安江尚孝^{†1}, 内海遼一¹, 武田保幸²

Relationship between the larval catch and egg production of Japanese anchovy, *Engraulis japonicus*, in the western inshore waters off Kii Peninsula

Naotaka YASUE^{†1}, Ryoichi UTSUMI¹ and Yasuyuki TAKEDA²

The relationships between the larval catch and egg production of Japanese anchovy, *Engraulis japonicus*, in the western inshore waters off Kii Peninsula were examined, and the supply source of anchovy larvae was discussed. We conducted correlation analyses of the data of catches and egg production over 14 years from 1991 to 2004. We divided the western inshore waters off Kii Peninsula into the northern (inner) area and the southern (outer) area. The inner catch in spring had positive correlations with the egg production of the outer area. The inner catch in summer had a positive correlation with the egg production of the inner area. The outer catch had no correlation with the egg production except for a partial case. These results show that the supply source of anchovy larvae in the inner area changes from the outer area side to inner area side during the period from May to June. It can be concluded that the catch of the inner area has a strong relationship with egg production, but that of the outer area is influenced by oceanic conditions rather than egg production.

Key words: anchovy larvae catch, anchovy egg production, correlation analysis

はじめに

カタクチイワシ (*Engraulis japonicus*) のシラスは、紀伊半島西岸海域における船曳網漁業の重要な漁獲対象種である。近年、この海域の北側では漁業者が自主的に漁業管理に取り組んでおり (安江ほか, 2005)、漁業者から水産試験場に対して、シラスの生態や漁況予測などに関する情報の提供が求められている。カタクチイワシシラス (以後、カタクチシラス) の漁況予測が可能となれば、漁業者や加工業者はより効率的に生産活動を行うことができるが、そのためには漁獲量変動機構の解明が必要である。また、カタクチシラスの漁獲量変動は加入量変動や来遊量変動にも

関係するため、生物学的にも興味深い研究課題である。

一般に、カタクチシラスの漁獲量に影響を及ぼす要因として、産卵量、黒潮の離接岸などが知られている (例えば 兪・中田, 2001)。紀伊半島西岸海域については、その北側で、春季におけるシラスの漁獲量と黒潮の離接岸との関係について若干の知見 (堀木, 1971) が得られているにすぎない。カタクチシラスの漁獲量とカタクチイワシの産卵量という再生産関係を明らかにすることは極めて重要である。そこで本研究では、カタクチシラスの漁獲量変動要因の1つと考えられる産卵量に注目し、漁獲量との関係および紀伊半島西岸海域へのカタクチシラスの補給源について検討した。

材料および方法

漁獲に関するデータとして、1991~2004年における紀伊半島西岸の5漁協 (西脇, 箕島町, 栖原, 南部町, 田辺) (Fig. 1) の日別シラス漁獲量 (kg) を用いた。西脇, 箕島町, 栖原漁協の漁場は共同で利用されているが、距離的に近いことから漁業者は所属組合の地先周辺に出漁することも多い。南部町と田辺漁協の漁場は完全に異なっており、各漁協の漁業者はそれぞれの地先のみ出漁する。ここで便宜

2005年12月5日受付, 2006年7月10日受理

¹ 和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場

〒649-3503 和歌山県東牟婁郡串本町串本1557-20

Fisheries Experimental Station, Wakayama Prefectural Research Center of Agriculture, Forestry and Fisheries, 1557-20, Kushimoto, Kushimoto-cho, Higashimuro-gun, Wakayama 649-3503, Japan

² 和歌山県水産局資源管理課

〒649-8585 和歌山県和歌山市小松原通1-1

Resources Management Division, Wakayama Prefectural Fisheries Bureau, 1-1 Komatsubara-dori, Wakayama-shi, Wakayama 640-8585, Japan

[†] yasue_n0001@pref.wakayama.lg.jp

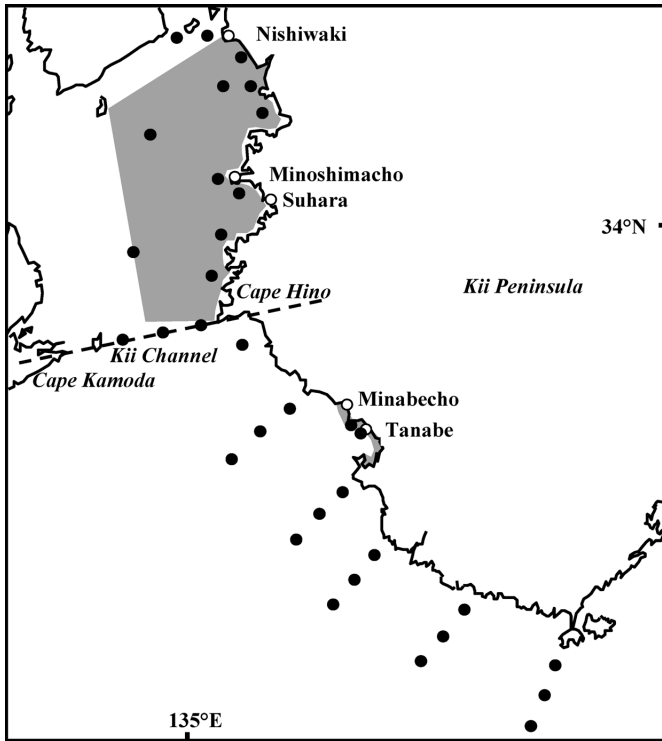


Figure 1. Location of the shirasu fishing ground of the western inshore waters off Kii Peninsula. The broken line, connecting Cape Hino and Cape Kamoda, indicates the boundary between the northern (inner) area and the southern (outer) area. Closed circles indicate the stations of egg production surveys.

上, 和歌山県の日ノ御崎と徳島県の蒲生田岬を結ぶ線より北側を紀伊水道, 南側を紀伊水道外域と呼ぶことにする (Fig. 1) と, 紀伊水道は沿岸性の強い海域であり, 紀伊水道外域は外洋性の強い海域である (吉岡, 1971). 従って, 本研究では, 紀伊半島西岸海域の漁場を紀伊水道内域 (以後, 内域) の3漁協と紀伊水道外域 (以後, 外域) の2漁協に区分した. シラス漁獲物に占めるカタクチシラスの割合 (以後, 混獲率) のデータは, 和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場が継続して行っているシラス混獲率調査の結果を用いた. 産卵量に関するデータとして和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場による1991~2004年における紀伊半島西岸沖 (33定点) のカタクチシラスの月別卵密度 (個 m^{-3}) を用いた. また, 紀伊半島西岸沖以外の海域に関する産卵量のデータとして, 同期間の宮崎県水産試験場による日向灘 (HGN, 18定点), 高知県水産試験場による土佐湾 (TSB, 26定点), 和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場による熊野灘 (KMN, 9定点) 徳島県農林水産総合技術支援センター水産研究所による紀伊水道外域西部 (WOA, 12定点) および紀伊水道西部 (WIA, 7定点), 大阪府立水産試験場による大阪湾 (OSB,

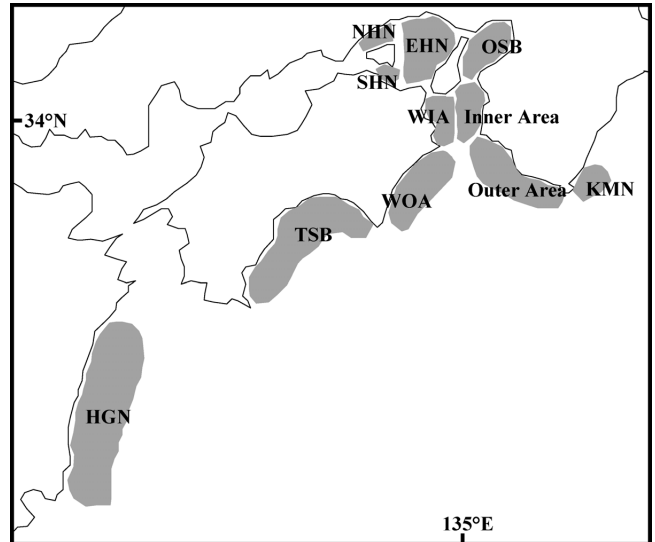


Figure 2. Monitoring area for anchovy egg abundance around the western inshore waters off Kii Peninsula. HGN, TSB, KMN, WOA, WIA, OSB, EHN, NHN and SHN are short for Hyuga-Nada, Tosa Bay, Kumano-Nada, the outer area of the western waters of the Kii Channel, the inner area of the western waters of the Kii Channel, Osaka Bay, the eastern waters of the Harima-Nada, the northwestern waters of the Harima-Nada and the southwestern waters of the Harima-Nada, respectively.

20定点), 兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センターによる播磨灘東部 (EHN, 19定点), 岡山県水産試験場による播磨灘北西部 (NHN, 5定点), 香川県水産試験場による播磨灘南西部 (SHN, 7定点) の月別卵密度を用いた (Fig. 2). なお, 和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場以外の調査データは, 濾水率を100%と仮定した.

カタクチシラスの月別漁獲量を内域と外域別に求めた. 漁場内の*i*月のカタクチシラスの漁獲量 C_i は, 武田 (1995) にならない,

$$C_i = \sum_k X_{i,k} \cdot B_{i,k} \quad (1)$$

で算出した. ここで, $X_{i,k}$ は漁場内の*i*月*k*旬のシラス漁獲量, $B_{i,k}$ は漁場内の*i*月*k*旬の混獲率である. 漁場間における漁獲量変動の違いが, 漁場間の卵密度の違いに依っている可能性があるため, 紀伊半島西岸沖の産卵量は可能な限り漁場分けに従った産卵場区分を行い, 産卵場ごとに卵密度を求めた. 各月の卵密度は, 各産卵場の全定点の卵密度を平均して算出した. 産卵場区分は, 和歌山県の日ノ御崎と徳島県の蒲生田岬を結ぶ線上 (Fig. 1, 破線) を含む北西部海域が内域 (15定点), それ以南が外域 (18定点) である (Fig. 1). 10月の卵密度データは2年分欠測しているた

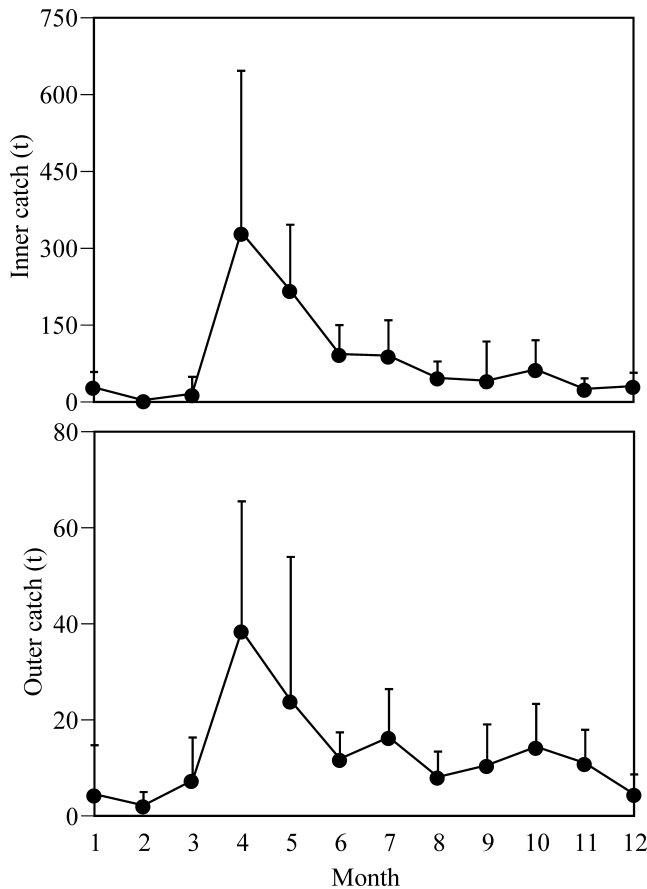


Figure 3. Seasonal changes in the mean anchovy larvae catches in the inner and outer area of the western inshore waters off Kii Peninsula from 1991 to 2004. The closed circles and bars indicate the mean and standard deviation, respectively.

め、9月と11月の平均値で補完した。まず、内域および外域の卵密度が代表する海域を明らかにするために、内域、外域および日向灘などの9海域の卵密度との間で相関分析を行った。相関分析は3~4月、5~6月、7~8月、9~10月の2ヶ月の平均値で行った。この際、データ期間の14年のうち欠測が3年以上の海域および欠測と卵密度が0の月が併せて10年以上の海域は除外した。カタクチシラスの漁獲量とカタクチシラスの卵密度との関係は相関分析を用いて解析した。相関分析を行うにあたり、漁獲量は3~4月、5~6月、7~8月、9~10月の2ヶ月の合計値を用い、卵密度はカタクチシラスの成長(武田, 1998)を考慮して、2ヶ月または3ヶ月の平均値を用いた。なお、冬季の卵密度は極めて少ないため、この時期のデータを相関分析に用いなかった。

結果

Fig. 3に内域と外域におけるカタクチシラスの漁獲量の月変化を示した。年変動は大きいものの、内域と外域ともに

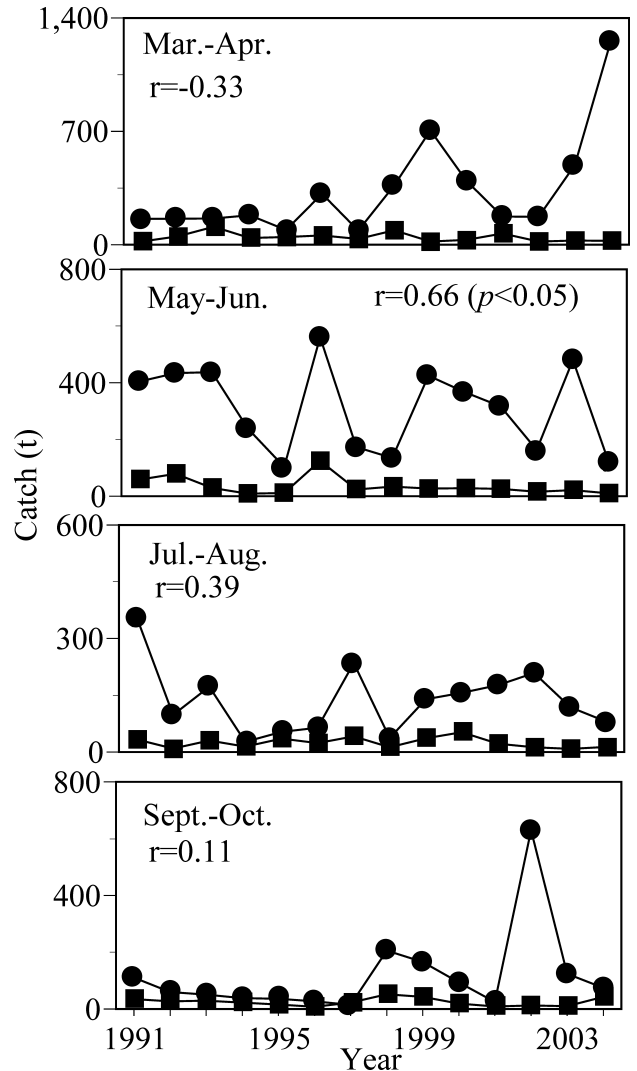


Figure 4. Fluctuations of anchovy larvae catches and correlation coefficients between inner catches and outer catches from 1991 to 2004. The closed circles and squares indicate the inner area and the outer area, respectively.

漁獲量は3~4月にかけて増加し、5~6月にかけて減少する春季のピークがあった。その後の夏から秋季では春季ほどはっきりとしたピークは見られず、12~2月の冬季の漁獲量は例年少なくなる傾向があった。Fig. 4に内域と外域それぞれの漁獲量変動および内域漁獲量と外域漁獲量との間の相関係数を2ヶ月合計漁獲量毎に示した。5~6月合計における内域と外域の漁獲量の間には正の相関($p < 0.05$)があった。

Fig. 5に紀伊半島西岸沖におけるカタクチシラスの卵密度の月変化を内域と外域それぞれについて示した。内域の産卵時期は4~9月であり、年変動は大きいものの、夏季にピークがあった。一方、外域の産卵時期は2~9月であり、年変動は大きいものの、3月にピークがあった。10~1月に

Table 1. Seasonal changes in the mean spawning ground.

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Outer area (%)	100.0	99.8	97.6	79.4	60.2	42.7	26.6	32.8	36.2	56.7	48.2	33.3
Inner area (%)	0.0	0.2	2.4	20.6	39.8	57.3	73.4	67.2	63.8	43.3	51.8	66.7

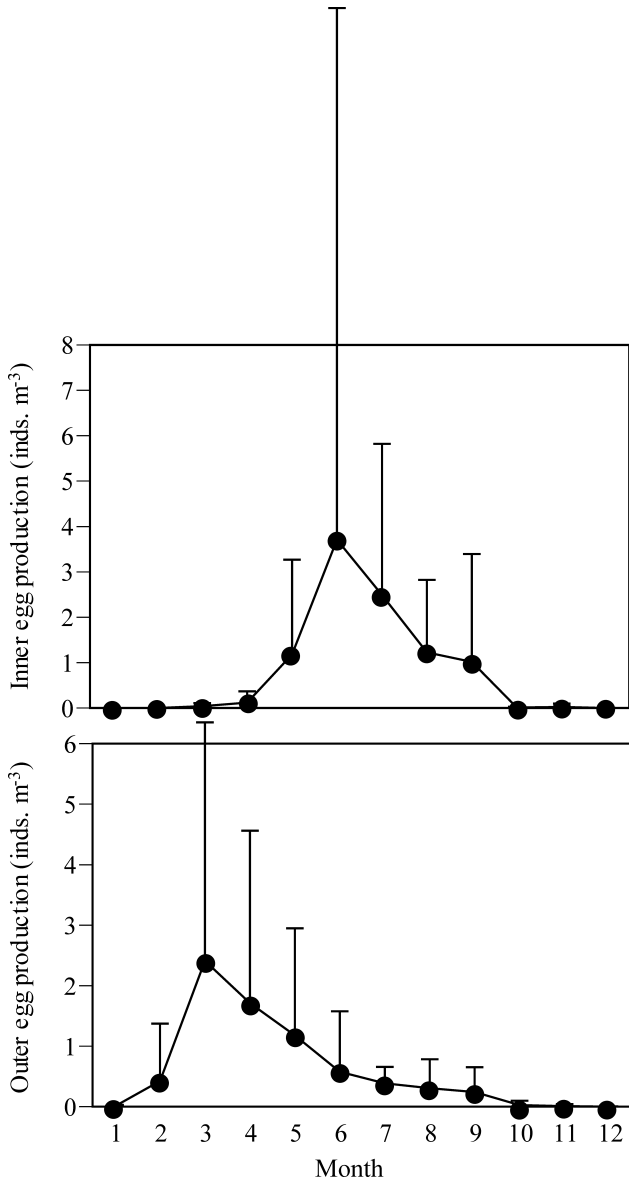


Figure 5. Seasonal changes in the mean anchovy egg production in the inner and outer area of the western inshore waters off Kii Peninsula from 1991 to 2004. The closed circles and bars indicate the mean and standard deviation, respectively.

卵密度が少ないことは、12~2月の冬季にカタクチシラスの漁獲量が少ないことに対応していた。Table 1に内域と外域それぞれの卵密度の割合を月毎に示した。卵密度同様に

Table 2. Correlation coefficients between anchovy egg production in the outer area and other areas, and between in the inner area and other areas.

Area	Outer area				
	Jan.–Feb.	Mar.–Apr.	May–Jun.	Jul.–Aug.	Sept.–Oct.
HGN	0.20	0.82 **	0.56 *	-0.09	-
TSB	0.16	-	0.37	-0.28	0.33
KMN	0.25	-0.08	0.82 **	0.21	-0.09
Inner area	-	-0.16	-0.10	-0.01	-0.05
WOA	-	0.76 **	0.25	0.07	-0.13
WIA	-	-0.12	0.22	-0.25	-0.15
OSB	-	-	-0.03	-0.03	-0.17
EHN	-	-	0.14	-0.28	-0.23
NHN	-	-	0.12	0.28	-
SHN	-	-	0.14	-0.31	-0.21

Area	Inner area				
	Jan.–Feb.	Mar.–Apr.	May–Jun.	Jul.–Aug.	Sept.–Oct.
HGN	-	-0.17	-0.11	0.26	-
TSB	-	-	0.08	0.54	-0.30
KMN	-	-0.04	-0.12	0.50	-0.05
Outer area	-	-0.16	-0.10	-0.01	-0.05
WOA	-	-0.11	0.91 **	0.40	0.16
WIA	-	0.26	0.89 **	-0.06	0.22
OSB	-	-	0.46	0.39	0.19
EHN	-	-	0.40	0.05	0.74 **
NHN	-	-	0.56 *	-0.17	-
SHN	-	-	0.16	0.28	-0.14

** significant at 1% level, *significant at 5% level.

年変動は大きいものの、春季には外域の卵密度の割合が高く、その後内域の卵密度が増えてくるという傾向があった。

Table 2に内域および外域の卵密度が代表する海域を明らかにするために、内域、外域および日向灘などの9海域との間で相関分析を行った結果を示した。外域における3~4月の卵密度は、日向灘および紀伊水道外域西部との間で高い正の相関 ($p < 0.01$) があった。外域における5~6月の卵密度は、日向灘から紀伊水道外域西部にかけて相関係数が正であり、日向灘 ($p < 0.05$) および熊野灘 ($p < 0.01$) との間で正の相関があった。一方、内域における5~6月の卵密度

は紀伊水道外域西部から播磨灘にかけて相関係数が正であり、紀伊水道外域西部 ($p < 0.01$)、紀伊水道西部 ($p < 0.01$) および播磨灘北西部 ($p < 0.05$) との間で正の相関があった。また、内域における9~10月の卵密度は播磨灘東部と高い正の相関 ($p < 0.01$) があった。

カタクチシラスの漁獲量とカタクチイワシの卵密度との相関分析の結果を Fig. 6 に示した。漁獲量と卵密度の間には密接な関係があることがわかった。内域における3~4月の漁獲量は外域の卵密度と関係が深く、特に、2~4月外域卵密度との間で最も高い正の相関があった ($p < 0.01$) (Fig. 6(a))。内域における7~8月の漁獲量は内域の卵密度と関係が深く、7~8月内域卵密度との間で正の相関があった ($p < 0.05$) (Fig. 6(b))。内域における5~6月の漁獲量は4~5月内域卵密度との間で負の相関があった ($p < 0.05$) (Fig. 6(b))。一方外域では、7~8月の漁獲量と7~8月内域卵密度との間で正の相関があった ($p < 0.05$) (Fig. 6(d))。

考察

紀伊半島西岸海域におけるカタクチシラスの漁獲量変動およびカタクチイワシの産卵場所と時期が明確になった。まず漁獲量変動についてであるが、内域と外域の漁獲量の経月変化は類似しており、春季にピークがあることは同じであった (Fig. 3)。しかし、内域と外域の漁獲量は5~6月を除いて類似性が見られなかった (Fig. 4)。本研究において、紀伊半島西岸海域の漁場区分は外洋性である紀伊水道外域と沿岸性である紀伊水道という海域区分に基づいて行ったが、漁獲量変動から見ても内域と外域は異なる漁獲量変動要因をもつ2つの漁場であると考えられる。一方、カタクチイワシの産卵についてであるが、内域と外域の産卵量の経月変化は異なり、特に外域の産卵ピークは春季であり、内域は夏季であった (Fig. 5)。このことから、紀伊半島西岸沖には、空間的にも時間的にも異なる2つの産卵場が存在していると考えられる。

内域および外域の産卵量が代表する海域を明らかにするためにに行った相関分析の結果 (Table 2)、内域および外域の産卵量変動はいくつかの海域と類似していた。まず外域であるが、3~4月の産卵量は、日向灘および紀伊水道外域西部との間で高い正の相関 ($p < 0.01$) があることから、3~4月の産卵量変動は黒潮上流域の産卵量変動と類似していると考えられる。その後の5~6月では、日向灘から紀伊水道外域西部にかけて正の相関傾向があり、日向灘 ($p < 0.05$) および熊野灘 ($p < 0.01$) と正の相関があった。中村・藤田 (2005) によると、熊野灘から東部遠州灘の産卵量変動は類似しているとされている。5~6月の産卵量変動は広く太平洋沿岸の産卵量変動と類似していると考えられる。以上のことから、外域の産卵の割合が多い3~6月では、外域の産卵量変動は太平洋沿岸の産卵量変動をある程度代表し、その後の7~10月では外域特有の産卵量変動と考えられる。

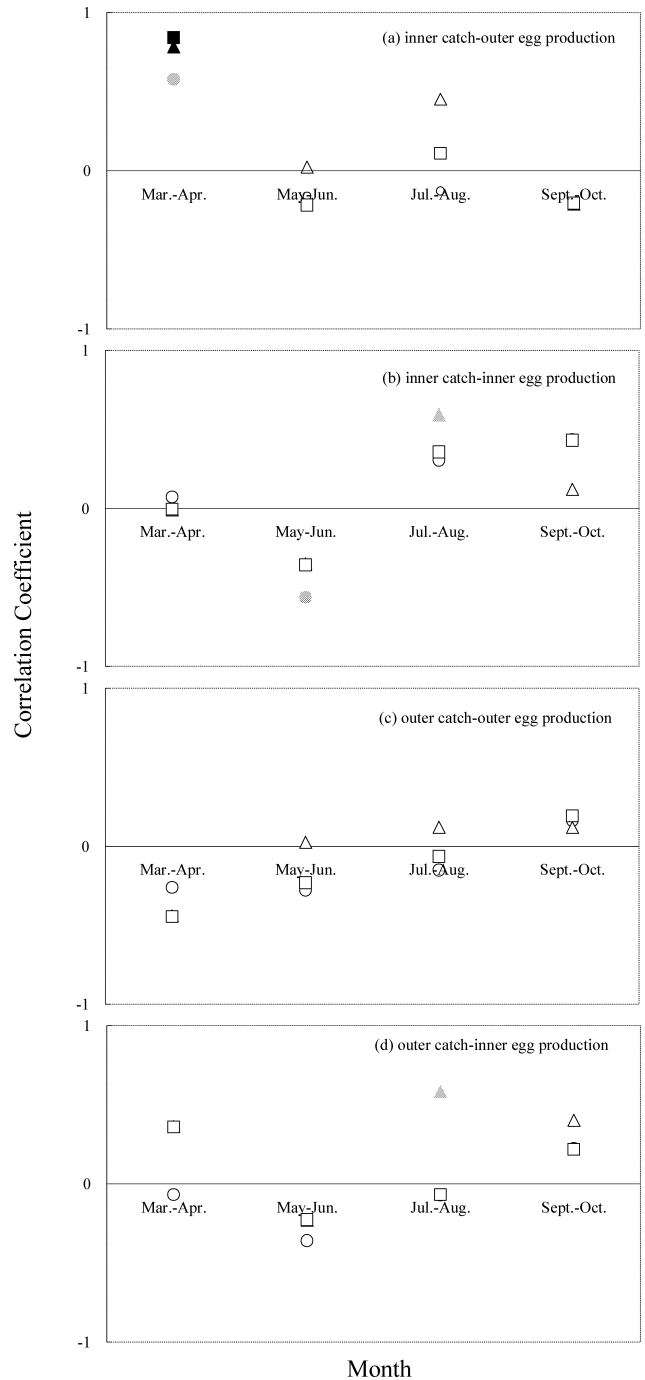


Figure 6. Results of correlation analyses between anchovy larvae catches and preceding anchovy egg production from 1991 to 2004. Circles, triangles and squares indicate the egg production from month $k-1$ to k , from k to $k+1$, from $k-1$ to $k+1$ corresponding to the catch from k to $k+1$, respectively. The closed marks and semi-closed marks indicate significant at 1% level and significant at 5% level, respectively.

一方内域であるが、5~6月は例外的に紀伊水道外域西部と高い正の相関 ($p < 0.01$) があつたものの、内海である紀伊水道西部から播磨灘にかけて正の相関傾向があり、特に紀伊水道西部 ($p < 0.01$) および播磨灘北西部 ($p < 0.05$) との間で正の相関があつた。その後の7~10月は、播磨灘の一部で正の相関 ($p < 0.01$) が見られるものの、総じて相関係数は高くない。以上のことから、内域の産卵量変動は、内域の産卵量の割合が増え始める5月以降では大阪湾から播磨灘にかけての産卵量変動との類似性が示唆されるものの、概ね内域特有の産卵量変動と考えられる。

カタクチシラスの漁獲量とカタクチイワシの産卵量との相関分析において、内域の漁獲量と産卵量との間に密接な関係があることがわかつた。3~4月の漁獲量は外域産卵量との間で高い正の相関があつた (Fig. 6(a)). 河野・銭谷 (2004) は春季のカタクチシラスを瀬戸内海系群の太平洋南区春季発生群と呼んでいる。斎浦・武田 (2001) は4月からのシラス漁場の移動を解析し、この群が4月上旬頃から4月下旬頃にかけて内域を南から北へ移動する事を明らかにした。本研究の結果も太平洋南区春季発生群の存在を支持するものであり、この群が内域における春季の漁獲量を支えたと考えられる。内域における7~8月の漁獲量は内域産卵量との間で正の相関があり、その後の9~10月においても正の相関傾向があつた (Fig. 6(b)). 瀬戸内海系群の内海発生群 (河野・銭谷, 2004) と呼ばれる群が、内域の夏季から秋季における漁獲量を支えたと考えられる。また、5~6月の漁獲量は内域の産卵量との間で負の相関があつた (Fig. 7) が、この結果に関する解釈は今回解析したデータのみからでは困難である。

本研究により、これまで高尾 (1990) などにより定性的に言われてきた内域のカタクチシラスの主体となる補給源が、定量的データに基づき示された。3~4月に来遊するカタクチシラスは、主に外域から黒潮上流域にかけての産卵に由来するものであり、Fig. 5を見る限り、内域の産卵に由来するものは少ないと考えられる。5~6月になると、カタクチシラスの補給源の主体が不明になる。この時期は、外域の産卵がピークを過ぎ、内域の産卵がピークをむかえる時期に対応している。5~6月は産卵時期のずれなどによって、補給源の主体が外域側になったり内域側になったりと年変動する可能性がある。7~8月に来遊するカタクチシラスは、主に内域から瀬戸内海にかけての産卵に由来するものであるが、相関分析の結果 (Table 2 および Fig. 6(b)) から、内域の産卵に由来するものが主体と考えられる。その後の9~10月も、7~8月の結果と似たような傾向を示しており、内域の産卵に由来するものが主体と考えられる。今後の検討課題として、来遊したカタクチシラスのうち、何割が外域由来で残りの何割が他海域由来であるといった海域ごとの補給割合を明らかにすることが残されている。

本研究の結果は、内域におけるカタクチシラスの漁獲量

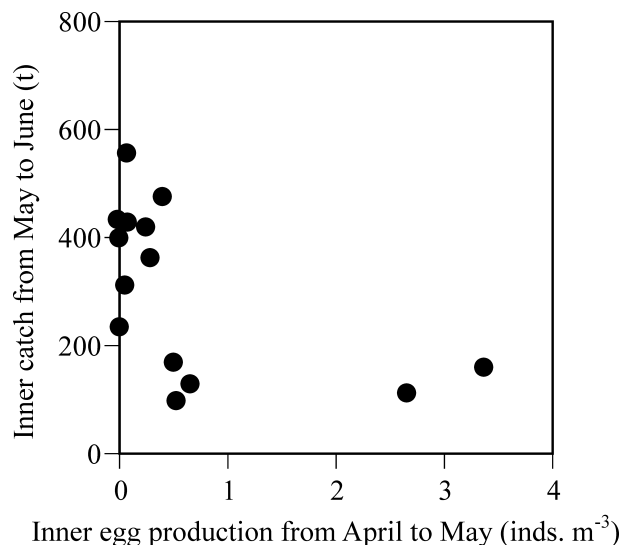


Figure 7. Relationships between anchovy larvae catches and anchovy egg production from 1991 to 2004.

予測に応用できる。まず春季であるが、内域に来遊するカタクチシラスのうち、日向灘から外域にかけての各海域の産卵量の貢献割合は不明であるが、各海域の産卵量変動はある程度類似している。産卵量調査は、各海域毎に月1回行われることから、産卵量の情報は比較的頻繁に得ることが可能である。また、3~4月の漁獲量は2~3月、3~4月、2~4月の産卵量と正の相関がある (Fig. 6(a)) ことから、少なくとも、2月から産卵量の情報収集を始めると良いと考えられる。一方、夏季から秋季であるが、内域の産卵量の情報が重要である。春季と比較すると、相関係数は低いものの (Fig. 6(b)), 産卵量の情報が漁期を通して利用できると考えられる。

一方外域であるが、カタクチシラスの漁獲量とカタクチイワシの産卵量との相関分析において、7~8月の漁獲量と7~8月内域卵密度との間でのみ正の相関があつたが、総じて相関係数は低かつた (Fig. 6(c) および 6(d)). 夏季に内域の産卵に由来するカタクチシラスが外域に来遊する可能性も考えられるが、外域漁場は魚群の探索範囲が狭く、産卵量以上はかなり局所的な来遊条件の影響を受ける可能性がある。また、黒潮の暖水波及 (武田, 1993) が漁獲量に大きく影響する可能性もある。局所的な来遊条件を明らかにしていくことは今後の課題として重要である。

謝辞

本研究をまとめるにあたり、宮崎県水産試験場の福田博文氏、高知県水産試験場の青野怜史氏、徳島県農林水産総合技術支援センター水産研究所の守岡佐保氏、大阪府立水産試験場の山本圭吾氏、兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センターの中村行延氏、岡山県水産試験場の唐川

純一氏、香川県水産試験場の竹森弘征氏には卵密度のデータを使用させていただいた。独立行政法人瀬戸内海学区水産研究所の河野悌昌博士には文献を提供していただいた。独立行政法人遠洋水産研究所の渡邊久爾博士には原稿の校閲をしていただいた。和歌山県文化国際課のJulian Richards氏には英文を校閲していただいた。以上の皆様方に深く感謝し、厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 堀本信男 (1971) シラス漁況 (春シラス) と海況との関係について。昭和45年度和歌山県水産試験場事業報告, 159-163.
- 石田 実・三谷卓美・上原信二・本多 仁 (2004) 平成15年カタクチイワシ太平洋系群の資源評価。我が国周辺水域の漁業資源評価 (魚種別系群別資源評価・TAC種以外) 第2分冊, 水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究センター, 505-534.
- 河野悌昌・銭谷 弘 (2004) 平成15年カタクチイワシ瀬戸内海系群の資源評価。我が国周辺水域の漁業資源評価 (魚種別系群別資源評価・TAC種以外) 第2分冊, 水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究センター, 535-567.
- 中村元彦・藤田弘一 (2005) 伊勢湾および西部遠州灘で漁獲されるカタクチイワシシラス供給源の産卵-加入モデルによる推定。水産海洋研究, **69**, 27-36.
- 斎浦耕二・武田保幸 (2001) 紀伊水道における1999, 2000年のカタクチイワシ春シラスの漁場形成。黒潮の資源海洋研究, **2**, 109-118.
- 高尾亀次 (1990) 瀬戸内海におけるカタクチイワシの回遊・産卵。水産技術と経営, **3**, 9-17.
- 武田保幸 (1995) 近年の薩南～紀伊水道におけるマシラスの漁獲動向。南西外海の資源・海洋研究, **11**, 7-15.
- 武田保幸 (1998) 紀伊水道におけるカタクチイワシシラス漁況予測技術の開発。平成8年度和歌山県水産試験場事業報告, 49-51.
- 武田保幸・中地良樹・田中嘉治 (1993) 1992年黒潮小蛇行と紀伊水道における春・夏期のシラス漁況。第25回南西海ブロック内海漁業研究会報告, 49-55.
- 安江尚孝・内海遼一・森山彰久 (2005) Y/Rを用いた紀伊水道東部海域シラス漁業の最適な漁業管理方策と禁漁効果の評価。日本誌, **71**, 791-796.
- 兪 俊宅・中田英昭 (2001) 黒潮の離接岸変動が遠州灘の春季のシラス漁況に及ぼす影響。水産海洋研究, **65**, 51-58.
- 吉岡 洋 (1971) 冬期紀伊水道に発生するOceanic frontについて(1)。海と空, **46**, 31-44.